



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **63020726 A**

(43) Date of publication of application: 28.01.88

(51) Int. Cl.

**G11B 7/09**  
**G02B 7/11**

(21) Application number: 61164646

**(22) Date of filing: 15.07.86**

(71) Applicant **HITACHI LTD**

(72) Inventor: TSUYOSHI TOSHIAKI  
TAKASUGI KAZUO  
OTAKE MASATOSHI  
YONEZAWA SEIJI

**(54) OPTICAL DISK DEVICE**

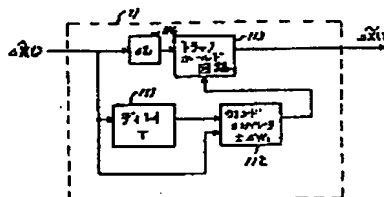
**(57) Abstract:**

**PURPOSE:** To secure the stable control properties of an optical disk device by substituting a sample error signal for the value obtained from the preceding sampled value for a single sampling period if it is decided that said error signal is not appropriate.

**CONSTITUTION:** The signal  $\Delta X(t)$  supplied to a protecting circuit 11 is compared with the sampled value preceding by a step. The normal sampled value is confirmed when the difference obtained from said comparison is kept within a fixed range  $\pm \Delta w_1$ . Then such a sampled value is available. While the wrongly sampled value is decided if said difference of comparison exceeds the range  $\pm \Delta w_1$ , therefore the sampled value preceding by a step is used instead. A delay circuit 111 which delays the signal  $\Delta X(t)$  by a sampling time T is used together with a window comparator 112 having the width  $\pm \Delta w$  for comparison performed between the 1-step preceding sampled value and the present sampled value. A track holding circuit 113 holds an input only for a period during which the comparator 112 decides that the present sampled value is wrong and otherwise transmits the signal  $\Delta X(t)$  as it is. Thus it is possible to secure

the stable control properties for an optical disk device despite a detection error of a servo signal.

**COPYRIGHT: (C)1988,JPO&Japio**



⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-20726

⑮ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 昭和63年(1988)1月28日

G 11 B 7/09  
G 02 B 7/11

A-7247-5D  
L-7448-2H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑭ 発明の名称 光ディスク装置

⑯ 特 願 昭61-164646

⑰ 出 願 昭61(1986)7月15日

⑱ 発 明 者 津 吉 敏 明 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内  
⑱ 発 明 者 高 杉 和 夫 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内  
⑱ 発 明 者 大 竹 正 利 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内  
⑱ 発 明 者 米 沢 成 二 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内  
⑲ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地  
⑲ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

光ディスク装置

2. 特許請求の範囲

1. フォーカシング、トラッキングなどの制御をサンプリング制御で行なう光ディスク装置において、サンプルした誤差信号値が適正な値か否かをチェックする手段を有し、適正でないと判断した場合は、その誤差信号を一定期間、以前のサンプル値を用いて作成した値に代用するような保護手段を有することを特徴とする光ディスク装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は光ディスク装置に係り、特に光スポットのフォーカス及びトラッキング制御を間欠的に得られるサーボ信号により行なう場合に適した高周波サンプリングサーボ方式を用いた光ディスク装置に関する。

(従来の技術)

光ディスク上の任意の記録領域にデータをライ

トし、任意の領域からデータをリードする光ディスク装置に関して、ディスク面とリード、ライト用光ビームスポットとの関係を正しく制御すること、すなわちオート・フォーカス制御およびトラッキング制御において、トラック上の特定領域に間欠的に上記制御のためのサーボ信号領域を設け、この信号に基づいてサンプリング的に上記制御を実施する方式が提案されている。たとえば特公昭58-21336号、1984(昭59)年、第45回応用物理学会学術講演会 13p-E-8 および13p-E-9 “セクタサーボ方式データファイル光ディスク” その1、その2等である。これらの方式の特徴は、光ディスクのフォーカス及びトラッキングサーボにおいて、サーボ信号の検出を、トラック上から連続的に得るのではなく、間欠的に得、これを基にサンプリングサーボ方式とする点である。このためサンプル点以外の部分からの影響を受けないという利点がある。

たとえば、データビット記録時には一般に読み出し時の10倍程度の強度のパルスが光検出器に

入射するため、連続制御の場合にはこれらのパルスによりフォーカスおよびトラッキングのサーボ系が乱される恐れがあるが、サンプリングサーボ方式では、サンプル点以外の信号を使用しないので記録パルスの影響は受けない。また、一般に光ディスクではデータのビットの記録の前後で反射率などが変化するため、連続制御の場合、制御系の特性が変化することがあるが、サンプリングサーボ系では、このような、変化の影響も受けず、サーボ系を安定化できる利点がある。

〔発明が解決しようとする問題点〕

しかし上記従来技術においては、光ディスクのフォーカス及びトラッキング制御をサンプリング・サーボ方式で実施する問題が論じられているが、サーボ信号が正しく検出された場合を前提としており、実際のディスクに多数存在する欠かみや、あるいはサーボ系の何らかのエラにもとづくサーボ信号の検出誤りについては配慮されていない。したがってサーボ信号に検出エラがあると、その誤りは少なくとも次にサンプルされるサーボ信号

判定してサーボ系にそのサンプル値、または代替データを送りこむまでに要する時間を一定時間内に終了することによって達成される。なぜなら、これらの判定に要する時間はサーボ系のむだ時間として作用するため、この時間を長くとりすぎるとサーボ系の位相余裕が減少し、安定性が低下するからである。

〔作用〕

本発明に於ては、検出したサーボ信号についてその信号をサーボ系への入力信号とする前に、まずその信号が誤りであるか否かを判定する。それには、時間的に連続したサーボ信号から次のサンプル時点でのサーボ信号の取りうる範囲を推定し、通常の制御状態におけるノイズや偏差等を考慮して設定した限界値をもって、検出サーボ信号を評価する。すなわち上記限界の内か外かを判定し、内であればそれを新しいサンプルデータとして扱い、外であればこれを問わず上記推定値をサンプルデータとして用いる。このためディスクの欠陥などにより異常なサーボ信号が検出されてもこれ

まで修正されることはなく、制御特性が乱れ、所定の性能をもつ制御系を構成できないという問題があった。

本発明の目的は、サーボ信号に検出誤りが存在する場合にも、その影響を最少限におさえ、安定な制御特性が保証されるような光ディスク装置を構成することにある。

〔問題点を解決するための手段〕

上記目的は、第1にはサーボ信号の検出誤りの発生がそれ程高頻度には起らないこと、すなわち通常の制御状態に於ける上記エラの発生はまれであるという性質を基とし、正常な制御状態におけるサーボ信号の取り得る偏差範囲を、連続した過去の一つまたは複数のサンプル値から、あるいはこれに偏心情報あるいは隣接トラックの情報等を総合して推定し、所定の判定基準に従ってサンプルしたサーボ信号が誤りであるか否かを判定し、誤りの場合には上記推定値により誤りのある上記サンプル値を置換えることによって達成される。

一方、第2としては、上記サンプル値の適否の

に影響されることなく良好な制御特性を得ることができる。

通常のデータ・リードライト状態ではなく、アクセス時、シーク時、あるいは連続して一つのトラック上に留まるような状態においては、トラック間を移動（トラック・ジャンプ）する状態が生ずる。この時のトラッキング信号には、上記移動に対応して当然大きな偏差信号が加わる。あるいはサーボ信号が途中のある期間で見出せない場合も起り得る。すなわち、このような状態では上記サーボ信号の誤り判定が不可能になる場合が生じる。そこで上記誤り判定の動作は、装置の動作状態によってその適用、不適用を使いわけることによりどのような場合においても良好な動作を得ることができる。

上記判定で連続的にあるいは隔めて高頻度で誤りと判定される場合が起る。たとえば大きな欠陥等の場合である。欠陥に対しては装置の性能から対応できる最大欠陥はあらかじめ想定できる。したがって、上記誤りの状態の継続状況から装置の

制御や動作方法を決定することができる。また、このような異常状態（たとえば欠陥部）からの脱出の判定は、上記判定結果の誤りが連続して無くなったことを検知するなどにより可能である。このため上記判定の限界値は必ずしも一定ではなく、状態に応じて可変とすることができる。

次に本発明の第2のポイントである、上記判定に要する時間の設定法について説明する。第4図(a)の $\Delta X(t)$ はフォーカスまたはトラッキングサーボ系における目標点からの真のずれ量の時間的变化を表わし、具体的にはフォーカスサーボ系においては光スポットの焦点ずれ量、トラッキングサーボ系においては、トラック中心と光スポット間の距離を示す。サーボ系は $\Delta X \rightarrow 0$ となるように動作する。さて、サンプリングサーボ系においては、得られる誤差信号は、 $\Delta X(t)$ を時間間隔 $T$ でサンプルホールドした $\Delta X(t)$ で示される階段状の波形となる。サンプルホールド回路の周波数伝達関数 $G_h(j\omega)$ は

$$G_h(j\omega) = (1 - e^{-j\omega T}) / j\omega T \quad (1)$$

で示され、その位相特性 $\varphi_h(\omega)$ は

$$\begin{aligned} \varphi_h(\omega) &= -T / \Delta \omega \\ &= -\pi \cdot \frac{f}{f_s} \end{aligned} \quad (2)$$

となる。なおここで、 $f = 2\pi\omega$ 、 $f_s = 1/T$ である。したがってサンプルホールド要素は一種のローパスフィルタとして働き、その位相遅れ量は周波数に対して線形で、サンプリング周波数( $f_s$ )と等しい周波数成分に対して $\pi$  ( $180^\circ$ )遅れ、 $f = f_s/10$ という周波数成分に対しては $180^\circ$ の位相遅れを発生させる。

一方、前述のように本発明ではサーボ系に誤サンプルによる信号が入り、サーボ系が乱されるのを防ぐためサンプルしたデータをチェックするが、チェックに要する時間を $\Delta t$ とすると、実際にサーボ系に送り込まれる信号は第4図(b)に示すような $\Delta X(t)$ となり、これは $\Delta X(t)$ を

$$\eta = \Delta t / T \quad (6)$$

とすると、 $\Delta t = \eta \cdot T = \eta / f_s$ より

$$\begin{aligned} \varphi(f) &= -\left(\pi \cdot \frac{f}{f_s} + 2\pi f \cdot \frac{\eta}{f_s}\right) \\ &= -(\pi + 2\pi\eta) \cdot \frac{f}{f_s} \end{aligned} \quad (7)$$

となる。

一般にサーボ系で位相遅れ量が問題とされるのは、サーボ系のゲイン交叉周波数( $f_c$ )においてであり、これは、サーボ系の開ループ伝達関数のゲインが1となる周波数と定義される。この $f_c$ における開ループ系の位相は $-\pi$  ( $-180^\circ$ )以下であることが、サーボ系の安定条件であり、 $-180^\circ$ に近するまでの余裕が、位相含有 $\varphi_m$ として定義される。一般に安定性の指標として

$$\varphi_m > 45^\circ \quad (8)$$

$\Delta t$ だけ遅らせた信号となる。信号を $\Delta t$ だけ遅らせることは、周波数伝達関数的には、

$$G_d(j\omega) = e^{-j\omega \Delta t} \quad (3)$$

で表わされ、その位相特性 $\varphi_d(\omega)$ は

$$\begin{aligned} \varphi_d(\omega) &= -\omega \cdot \Delta t \\ &= -2\pi f \cdot \Delta t \end{aligned} \quad (4)$$

である。したがってサンプルホールドとチェック時間 $\Delta t$ によって発生するトータルの位相遅れ $\varphi(f)$ は(2)、(4)式から

$$\begin{aligned} \varphi(f) &= \varphi_h(\omega) + \varphi_d(\omega) \\ &= -\left(\pi \cdot \frac{f}{f_s} + 2\pi f \cdot \Delta t\right) \end{aligned} \quad (5)$$

となる。ここでサンプル間隔 $T$ と $\Delta t$ の比を $\eta$ で表わし、

程度が必要とされるとされている。

一方、光ディスクのフォーカスやトラッキングのサーボ系において、ゲイン交叉周波数  $f_c$  は 3 KHz 以下である場合が多い。これは、サーボループの中で光スポットの位置を修正する機能をもつアクチュエータは機械系であるので、20 KHz 付近の周波数で複共振と呼ばれる有害な共振点を有するため、 $f_c$  を 3 KHz 程度より大きくすると、複共振点でサーボ系がゲインを有することになり、サーボ系が不安定となりやすくなるためである。

したがって光ディスクサーボ系は、 $f_c = 1$  K ~ 3 KHz において位相余裕  $\varphi_c = 45^\circ$  程度を有するものが一般的となっている。

しかるに、サンプリングサーボ系では (7) 式で示されるような位相おくれが加わるため、連続サーボ系に単純にサンプルホールド要素を加えると位相余裕  $\varphi_m$  が減少し、サーボ系が不安定となることがある。 $f_s / f_c$ 、 $\Delta t / T$  と位相遅れ  $\varphi$  との関係をプロットしたものが第5図である。

$$\varphi(f_c) = -180^\circ \cdot (1 + 2\eta) \cdot \frac{f_c}{f_s} > -40^\circ \quad (9)$$

を満足し、実用的には左辺が  $-20^\circ$  程度となるように  $\eta = \frac{\Delta t}{T}$  を設定すればよい。

なお、以上はサンプルホールドとして零次ホールドとして計算をしたが、零次ホールド以外、例えば1次ホールドを用いることによりホールド回路による位相遅れは (2) 式より小さくすることは可能である。

#### 〔実施例〕

以下本発明の一実施例を第1図により説明する。

第1図は本発明における光ディスク装置のブロック図を示す。1はリード・ライト光学ヘッドであり、10、11、～14からなる系統はフォーカス制御系、20、21、～24はトラッキング制御系を示す。サンプリング・サーボ方式による従来技術のブロック図と比較すると、本発明では信号の検出誤りに対する保護機能を持つ11および21なる保護回路手段を有することが特徴である。従って保護回路手段11、21以外の部分に

例えば、 $f_s = 30$  KHz、 $f_c = 3$  KHz、

$\Delta t / T = 0.1$  とした場合では、トータルの位相遅れ  $\varphi$  は  $-21.6^\circ$  となり、位相余裕を  $21.6^\circ$  だけ減少させてしまうため、安定性が減少することになる。

位相余裕の減少分は、位相進め回路という一種の微分回路により補うことが可能である。しかし位相すすめ量をあまり多くすると、同時に高周波領域の利得が高くなるため、結果的に  $f_c$  が高くなり、複共振によってかえって系が不安定になってしまう。したがって位相すすめ回路によって補うことのできる量は実際には限度があり、出願人らの検討によれば、サーボ帯域  $f_c$  をあまり上げることなく、補償可能な位相すすめ量は最大でも  $40^\circ$  程度、位相余裕を  $40^\circ$  以上確保するためには、実用的には  $20^\circ$  程度までが望ましいことがわかった。したがって、サンプリングサーボ系で生じる位相おくれ量  $\varphi(f_c)$  は (7) 式を用いて

については構造的には従来技術におけるサンプリングサーボ方式の光ディスク装置と変らない。すなわち光学ヘッド1は、ディスク上のサーボ信号及びデータ信号を読み取り、またデータのライト動作をする。ディスク上の信号からサーボ信号領域を抜き取り、フォーカス及びトラッキング制御信号をサーボ信号検出回路10、20で得る。たとえばフォーカス信号検出回路10では非点収差方式を、トラッキング信号検出回路20ではプリ・ウォブル・ピット (Pre-Wobbled pits) 方式が使用できる。これらサーボ信号は、サーボ信号領域以外ではホールドしてデータのリード・ライトを行なう。いま上記サーボ信号のサンプル値を零次ホールドを行ない、かつ誤サンプルのチェックに  $\Delta t$  だけの時間を要するとすると、サーボ系には (7) 式であらわされる位相おくれ  $\varphi(f_c)$  が発生する。従って連続制御系にくらべ  $\varphi(f_c)$  が追加されるから、その遅れを補償するため、連続制御系での補償要素に加えて、上記サンプリング制御に基づく補償を行なう必要がある。図の

12、22はこの両者の位相補償をかねた補償回路である。ドライバ13、23およびアクチュエータ14、24はそれぞれ上記補償回路12、22の出力により光スポットを制御して、フォーカス及びトラッキング制御を遂行する。上記サンプリング・サーボ方式の光ディスクの従来装置に於て、サーボ信号の検出に誤りがあると、少なくとも次のサンプル時までは修正されることがないから大きな制御誤差が生じる。たとえばトラッキング制御において1サンプルだけ真の誤差信号より $\delta$  ( $\mu\text{m}$ ) 分だけ誤ってサンプルしたとすると、その時のトラックずれ $\Delta X$ はその誤サンプル $\delta$ によって第2図のような応答を示し、その最大値 $y$  ( $\mu\text{m}$ ) は第3図の如き特性を示す。ここでパラメータ $N$ は1トラック当りのサンプル数である。

本発明は検出誤り $\delta$ があったとき、 $\delta \rightarrow 0$ とすることができるとような保護手段に特徴がある。以下この保護回路の例を説明する。

第6図はこの保護回路の一例を示すブロック図である。破線で囲んだ部分が保護回路11 (また

は22)を示し、この入力はサンプルホールドされた信号 $\Delta X(t)$ であり、出力はチェックを完了した信号である $\Delta X'(t)$ である。本例では保護回路に入力された $\Delta X(t)$ は1サンプル前のサンプル値と比較して、その差が一定の範囲 $\pm \Delta w_1$ であれば、正規の値であると判断して、そのサンプル値を使用するが、差が $\pm \Delta w_1$ を超える場合には誤サンプルであると判定し、1つ前のサンプル値を引き続き使用するものである。1サンプル前の値と現在値を比較するために、1サンプル時間 $T$ だけ信号 $\Delta X(t)$ を遅延させる遅延回路111と $\pm \Delta w$ のウインド幅を有するウインドコンパレータ112を用いる。トラックホールド回路113はウインドコンパレータ112により、現在値が誤りであると判定された期間のみ、入力をホールドし、その他の場合は信号をそのまま通過させる機能を有する。また遅延回路116は、以上の判定に要する時間 $\Delta t$ だけ信号を遅らせて、誤りがある場合に判定中に誤データがトラックホールド回路113を通過するのを防止する

ここでウインドコンパレータのウインド幅 $\Delta w_1$ は、例えば、サーボ系が許容できる外乱としての加速度を $a$ とすると、1サンプル時間 $T$ の間に外乱によって生じる変位 $\Delta Y$ は

$$\Delta Y = \frac{1}{2} a T^2$$

で与えられるので、この値をもとにその他の要因を考慮して決めてもよい。仮に $a = 0.5 G$ 、 $T = 30 \mu\text{s}$ とすれば $\Delta Y = 0.002 \mu\text{m}$ となり、 $\Delta w_1$ としては、この程度の値が目安となる。

なお、第6図の例は前サンプル値との比較を行なうためにアナログ型の遅延素子を用いて保護回路11を実現したが、同様の考え方をもち保護回路は、 $A/D$ 変換、 $D/A$ 変換およびメモリ素子を用いてデジタル的に行なうことも可能である。この場合もその判定に要する時間が $\Delta t$ となる。

第7図は保護回路11の他の例を示すものである。この例では、 $n$ サンプル前までの $n$ 個の値を

用いて現在、得られるべきサンプル値の推定値を発生させ、その推定値と実際に得られる現在値を比較する。比較の結果、その差が $\pm \Delta w_2$ 内であれば、正しい値であると判断し、その値を採用するが、差が $\pm \Delta w_2$ を超える場合は誤りとして、その推定値をその期間使用するようにする。 $n$ サンプル前までの値によって推定値を作成するために、時間遅れが $T$ から $nT$ までの遅延回路111と、現在値推定回路114を用い、ウインド幅 $\Delta w_2$ のコンパレータ117で現在値と推定値が比較される。そしてウインドコンパレータ117の判定によってスイッチ115で現在値と推定値の切換が行なわれる。この例の保護回路も前例と同様、デジタル回路的な構成でも実現可能であり、現在値推定回路114の機能を高度化する場合には、むしろデジタル化した方が望ましい場合がある。

第7図の保護回路は、推定回路114を工夫することにより、第6図の保護回路よりもより精度の高い保護機能をもたせることが可能となる。

遅延回路の $\Delta t$ 、すなわち誤サンプルチェック

に要する時間は、ホールド回路として零次ホールドを用いる場合(9)式を十分に満足するように  $\eta = \Delta t / T$  を設定する。サンプリング周波数  $f_s = 30 \text{ KHz}$ 、ゲイン交叉周波数  $f_c = 3 \text{ KHz}$  とすれば、第5図より、 $f_s / f_c = 10$  より、第5図のグラフから  $\Delta t / T = 0.1$  程度とすれば、 $f_c$  での位相遅れ量  $\phi(f_c)$  は  $-20^\circ$  程度となり、(9)式を十分に満足でき、サーボ的に安定な系を構成できる。なお、 $\Delta t / T = 0.1$  とすれば、 $T = 33 \mu\text{sec}$  であるため、

$$\Delta t < 3.3 \mu\text{sec}$$

となるように、誤サンプルチェックのアルゴリズムおよびハードウェアを設計すればよいことになる。

なお、本例の現在値推定回路は  $n$  サンプル前までの値から現在値を算出する構成としたが、必ずしも連続するサンプルを用いなくてもよく、例えばディスク  $n$  回転前までの同じ位置の誤差信号を

用いて推定を行なうことも可能である。

#### 〔発明の効果〕

本発明によれば、光ディスクファイル装置におけるフォーカス、トラッキングなどサンプリング方式で行なう場合、サンプルした誤差信号をチェックすることができるので、ディスクに多少の欠陥等があっても正しい誤差信号を検出できなかった場合でも、その欠陥の影響をサーボ系に及ぼすことなく正しい制御を行なうことができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

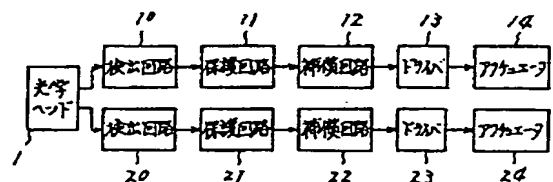
第1図は本発明の実施例の構成を説明する図、第2図は、サーボ系が1サンプル誤サンプルをしたときのサーボ系の応答を説明する図、第3図はサーボ系が5だけ誤サンプルしたときのサーボ系の最大応答量  $a$  をプロットしたグラフ、第4図はサンプルホールドおよび判定時間  $\Delta t$  の及ぼす効果を説明する図、第5図はサンプルホールドと遅延  $\Delta t$  によって発生する位相遅れ  $\phi$  の量を説明するグラフ、第6図は本発明の保護回路の一実施例を説明する図、第7図は本発明の保護回路のもう

1つの実施例を説明する図である。

#### 〔符号の説明〕

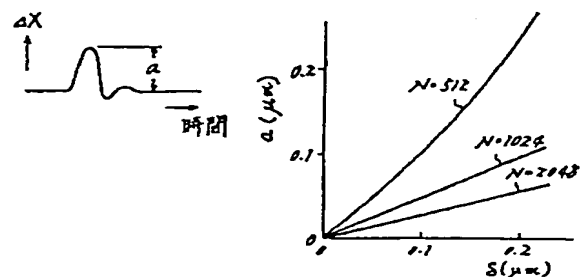
- 1…光学ヘッド、10、20…検出回路、  
11、21…保護回路、12、22…位相補償回路、  
13、23…ドライバ、14、24…アグチエータ、  
 $a$ …最大トラックずれ量、 $\delta$ …誤サンプル量、  
 $N$ …ディスク一周当りのサンプリング数、  
 $T$ …サンプリング周期、 $\Delta X(t)$ …誤差信号の零次ホールド信号、  
 $f_s$ …サンプリング周波数、  
 $f_c$ …ゲイン交叉周波数、 $\Delta t$ …判定時間、  
111…遅延回路、112、117…ウィンドコンパレータ、  
113…トラックホールド回路、  
114…現在値推定回路、115…切換スイッチ、  
116… $\Delta t$ 遅延回路。

第1図



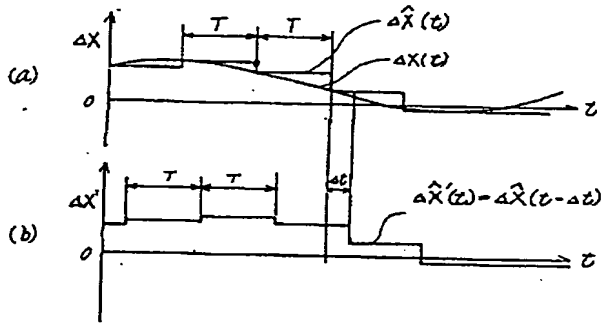
第2図

第3図

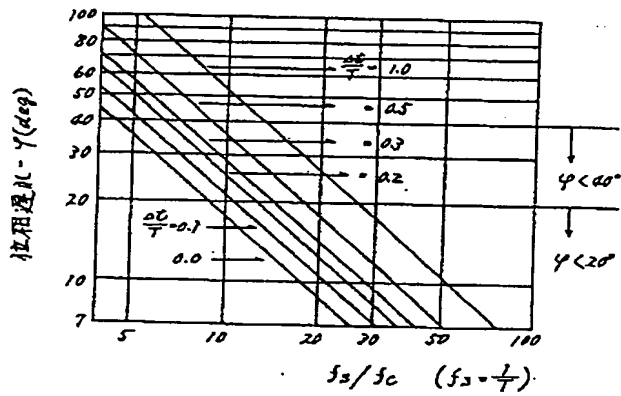


代理人 弁理士 小川勝男

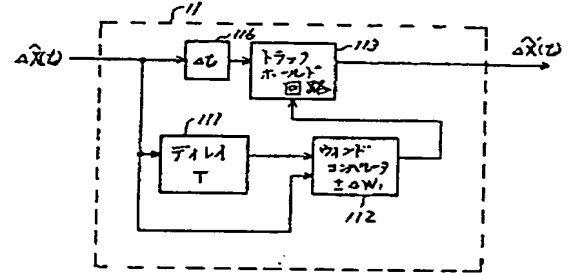
第4図



第5図



第6図



第7図

